心理科学进展 2023, Vol. 31, No. 11, 1–10
Advances in Psychological Science

https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2023.001

音乐经验对第二语言加工的影响*

邓善文 杨 妤 张晶晶

(南京师范大学心理学院, 南京 210097)

摘 要 音乐和语言的关系研究近年来得到了广泛关注。来自行为和认知神经科学的研究证据进一步表明, 音乐经验能够跨领域迁移至第二语言的习得, 表现为音乐经验在理解、产生及学习三个方面促进第二语言加工, 并且这种迁移效应的内在机制是通过促进音乐和语言的共同声学线索加工以及个体一般认知加工能力两种途径来实现的。在此基础之上, 未来研究可以从多个角度展开深入细致的探索, 澄清音乐经验和音乐天赋对二语加工的影响, 比较音乐经验影响母语加工和二语加工的联系与区别。

关键词 音乐经验, 第二语言, 语言理解, 语言产生, 语言学习
分类号 B842

音乐和语言作为人类特有的两种符号系统, 虽然构成元素不同(如音乐中的音程与和弦, 语言中的元音与辅音), 但是两者在结构组织、认知加工以及认知神经机制上均具有内在的联系(Patel, 2003)。例如, 音乐和语言都以声音信号为基础, 形成旋律和节奏, 都采用层级组织的形式将离散的小单元组织成有意义的更大单元(张晶晶, 杨玉芳, 2019)。在句法加工、意义加工以及觉察声学信号传递的细微情感等方面, 音乐和语言存在重合的认知和神经机制(Patel, 2003)。

基于此, 音乐经验是否能够跨领域地影响语言加工成为一个热点问题。通过对比音乐家和非音乐家母语加工的差异, 研究者们发现音乐经验对母语加工具有促进作用。例如, 音乐家相比非音乐家能够更好地加工母语音高(Chen et al., 2021; Tang et al., 2016; Zhu et al., 2021)、声调(Tang et al., 2016)、语调(Zioga et al., 2016)和时间结构(Marie et al., 2011; Vibell et al., 2021)等。音乐经验对母语加工的积极影响在儿童被试中同样得到体现, 具体表现为与没有接受过音乐学习的同龄儿童相比, 接受过音乐学习的儿童在语音意识(Belmon et al., 2021; Skubic et al., 2021; Vidal et al., 2020)和阅读能力(Degé et al., 2015; Lukács et al., 2021)方面发展得更好。

随着文化环境逐渐多元化, 学习并掌握一门或多门外语往往成为人们必备的一项技能。语言编码差异理论(the linguistic coding deficit/differences hypothesis, LCDH)提出, 学习不同的语言可能依赖相同的核心语言功能, 因此不同语言之间的学习结果可能是相互关联的(Sparks et al., 2019)。既然音乐经验在母语习得与发展中的积极影响已经被证实, 那么在第二语言发展中音乐又扮演了怎样的角色? 基于此, 研究者们采用行为和认知神经科学技术手段, 分别探讨了音乐经验对第二语言理解、第二语言产生以及第二语言学习的影响。本文评述了音乐经验影响第二语言加工的相关研究, 分析了音乐经验影响二语加工的内在机制, 并在文章最后提出对未来研究的思考与展望。

1 音乐经验对第二语言理解的影响

语言理解是从语音和文字到意义的投射(杨玉芳, 2015)。现有研究发现音乐经验对二语理解的影响主要体现在言语感知和词汇通达两个方面(Chobert & Besson, 2013; Zeromskaite, 2014)。

1.1 言语感知

言语感知是听者提取连续语流中包含的声学语音学信息并将其转换为言语信号的过程(杨玉

收稿日期: 2022-11-23
* 江苏省社会科学基金青年项目(19YYC003)和国家自然科学基金青年项目(31800914)资助。
通信作者: 张晶晶, E-mail: jinger.zhang@outlook.com

芳, 2015)。语音信息分为音段和超音段特征, 其中音段特征由元音和辅音组成, 而超音段特征包含元音和辅音的语音属性, 但不仅限于单个音, 常常延伸到音节、单词或短语层面(Crystal, 2011)。

研究者首先关注了音乐经验对二语音段知觉的影响。我们在加工第二语言时, 会受到母语音段特征负迁移的影响(Segal & Kishon-Rabin, 2019), 例如日语缺少英语中的音素对/r/-/l/, 所以日语被试在分辨/r/-/l/时较为困难(Gat & Keith, 1978)。幸运的是, 音乐训练能够缓解这种母语负迁移效应(Marie et al., 2011), 在一定程度上提高学习者的二语水平。一些行为和事件相关电位(event-related potential, ERP)的研究发现, 音乐家在二语音素辨别任务中正确率更高(Dittinger et al., 2018), 诱发的反映语音分类的N200波幅更大(Bidelman et al., 2014), 表明音乐训练提高了个体对二语音素的感知能力。此外, 长期的纵向追踪研究也表明, 音乐训练同语音训练一样有助于儿童有关二语音素语音意识的发展(Herrera et al., 2011)。然而究竟是哪种类型的音乐训练促进了语音意识的发展, 目前一些基于母语的研究结果存在分歧。Flaugnacco 等人(2015)发现节奏的训练有助于提高阅读障碍儿童的语音意识, 但是Patscheke 等人(2019)同时考察音高训练和节奏训练的作用, 仅发现了音高训练对儿童语音意识的促进作用, 没有发现节奏训练产生类似影响。两个研究在节奏训练结果上的差异可能是由于被试群体差异导致的, 后者没有发现节奏训练对语音意识的促进作用, 或许是因为正常儿童相比阅读障碍儿童语音意识加工能力更强, 因而提高起来难度也更大。

音乐经验对二语感知的促进作用并不局限于音段特征, 还可以进一步推广到对超音段特征的加工。François 等人(2014)考察了音乐经验对切分人工语言的影响, 行为和电生理结果均显示, 不论是成人还是儿童, 接受过音乐训练的被试在语音切分任务中的表现都要优于对照组。研究者通过记录学习过程中的持续脑电信号, 对两组被试的学习过程做了进一步分析, 结果发现音乐经验组的学习曲线呈倒U型而对照组的学习曲线呈线性, 说明两组被试在学习过程中具有不同的大脑动态模式。对连续语流的切分是加工不同语言都需要进行的基础过程, 那么当二语的某种韵律特征在母语中并不具备时, 音乐经验是否仍然起作用? Kolinsky 等人(2009)以基于英语(重音位置不固定, 有词汇重音)单词改编的假词作为实验材料, 通过序列重复任务探究了音乐经验对法语(重音位置固定, 没有词汇重音)母语被试加工词汇重音的影响, 结果发现音乐家相比非音乐家依然表现出更好的词汇重音辨别能力。此外, 研究者们还发现了音乐训练可以促进非声调母语者对声调的加工(Burnham et al., 2015; Chen et al., 2020; Wong et al., 2007)。例如, Wong 等人(2007)通过记录被试的脑干频率追随反应(frequency-following responses, FFRs)比较了音乐家和非音乐家对第二语言声调的识别能力, 结果发现音乐家对不同声调的音高轮廓表征能力显著优于非音乐家。

1.2 词汇通达

词汇通达又称为词汇理解, 指个体接受输入的词形或语音信息并诠释词义的过程(彭聃龄, 2012)。音乐经验是否会影响个体的词汇理解能力? Swaminathan 和 Gopinath (2013)以印度马林儿童智力量表(MISIC)中词汇分测验的成绩作为词汇理解能力的指标, 考察了印度小学儿童英语词汇理解能力与音乐经验的关系, 结果发现音乐经验组词汇测试成绩显著优于对照组。另外, 整合看到的字母与听到的声音对理解英语词汇十分重要(Blomert, 2011), 但汉语母语者在阅读英语时并不能像英语母语者一样自动地将字母和声音进行整合(Wang et al., 2019)。基于音乐经验能对个体视听协调产生积极影响, Wang 等人(2020)采用视听跨模态失匹配负波(mismatch negativity, MMN)范式考察了音乐经验是否有助于汉语被试自动整合英语视听信息。在实验中, 他们分别以英语字母和其发音为视觉和听觉刺激, 要求汉语音乐家、汉语非音乐家和英语母语者在三种不同条件(仅呈现听觉刺激、视觉刺激和听觉刺激同步呈现、听觉刺激相比视觉刺激延迟呈现)下分别进行按键任务, 并记录其脑电数据。实验结果发现, 汉语音乐家和英语母语者类似, 均在两种视听条件下表现出了增强的跨模态 MMN, 而这一趋势并未在汉语非音乐家身上发现, 说明音乐家可以克服母语限制, 对英语字母-声音进行自动整合。

追踪研究为音乐经验与二语词汇理解能力之间的关系提供了更加扎实的因果证据。Herrera 等人(2011)选取两组 4~5 岁儿童被试, 一组儿童接

受两年音乐训练，另外一组儿童不接受音乐训练。分别让两组儿童在音乐训练前后完成词汇命名速度任务，结果发现两组被试的前测成绩没有差异，在后测上两组的成绩都有所提升，但训练组儿童在命名速度任务上的提升显著大于未接受训练组儿童。然而，之后的一项研究结果表明 4 岁儿童的词汇理解能力与音乐经验无关，这与先前的研究结果相矛盾，研究者认为可能是因为被试接受训练时间太短，仅六周的音乐训练不足以产生迁移效应(Mehr et al., 2013)。

综上所述，研究者们借助行为和认知神经科学技术，发现了音乐学习对于第二语言理解良好的促进作用。然而，关于音乐训练类型及训练时长对二语理解的影响，目前研究还不充分，已有研究结果也存在分歧。未来的研究可以通过纳入类型以及时长的对比研究，更加全面准确地揭示音乐经验对于二语理解的迁移作用。

2　音乐经验对第二语言产生的影响

语言产生是人们利用语言表达思想的心理过程，包括将思想转换成语言代码，再进一步转换成生理和运动代码(张清芳，杨玉芳，2003)。语言理解和语言产生是两种不同的心理过程(彭聃龄，2012; 杨玉芳，2015; Harley, 2001)，例如，相比于语言理解，语言产生包含了发声运动过程，涉及到言语运动系统中前馈和反馈控制的整合加工(蔡笑，张清芳，2020)。语言产生包括书面语产生和口语产生两个部分，音乐经验对于语言产生的影响主要围绕口头语言展开。

很多研究已经揭示了音乐经验对于二语产生的影响作用。Slevc 和 Miyake (2006)以日语母语者为研究对象，从单词、句子、段落三个层面考察了音乐经验对二语发音准确性的影响，采用分层回归分析发现个体的音乐经验是解释他们在上述三个层面发音准确性差异的关键因子。更进一步的研究旨在揭示音乐经验对于特定方面二语产生能力的促进作用。Gottfried 等人(2005)发现音乐经验有助于词汇声调的产生，他们发现以英语为母语的音乐家在产生汉语普通话词汇的四个声调上优于非音乐家，具体表现为英语母语音乐家更擅长发出汉语声调中的第四声。Feng 等人(2019)发现音乐经验可以促进汉语母语者在英语词汇重音上的发音准确性。此外，音乐经验还可以促进二语元音发音，表现为音乐经验对于二语元音发音准确性具有预测作用(Jekiel & Malarski, 2021)，即使是一首歌带来的音乐经验，也能够改善大学生二语的发音(Baills et al., 2021)。

正是由于语言产生包含了发声运动过程，一些研究者发现，相比于器乐经验，声乐经验或许能够更好地促进二语产生。Christiner 和 Reiterer (2013)的研究指出外语模仿能力与会演奏乐器数目的多少无关，个体的歌唱能力越好，模仿能力则越出色，表现为及时模仿和练习后模仿的二语发音准确性更高。Coumel 等人(2019)采用一项“伪装口音”任务，要求德-法双语者(德语为母语)在说德语时，必须假装有法国口音，由母语为法语的评分者评定其口音是德语、法语还是其它语种，也发现了个体的二语模仿能力与歌唱能力相关。

既然音乐经验可以促进二语产生，而音乐最重要的两个维度是音高和时间(Vuust et al., 2022; Zhang et al., 2019; 张晶晶 等，2020)，哪个维度在影响二语产生中起着更重要的作用？个体在学习第二语言过程中，通常离不开对于母语者发音方式的模仿，因此发音模仿能力通常成为研究者们研究该问题的切入点。Posedel 等人(2012)发现英语母语被试的音乐音高知觉能力与其模仿西班牙语口音的能力呈正相关，音高判断越准确的个体在口音模仿测试中的得分也越高。与此相对，另外一项研究发现了音乐节奏感知能力与二语发音模仿能力之间的关系。Cason 等人(2020)在法语母语群体中进行实验，同时考察了被试的音乐旋律能力和节奏能力，发现相比于音乐旋律能力，被试在音乐节奏能力的得分能够更好地预测英语重音发音准确性。研究结果的不一致可能是因为他们考察了二语不同维度发音的准确性，前者侧重关注了二语音段(元音，辅音)发音的标准程度，这和音高感知能力关系密切；而后者关注的是二语韵律的再现，特别是重音的发音，这和音乐节奏感知能力关联更强。

综上所述，除了第二语言理解，音乐经验还能对第二语言产生发挥积极作用。但是目前探索音乐经验对二语加工影响的研究大多仍围绕在语言理解层面，有关第二语言产生的研究还停留在相对基础的探索阶段，并且实验任务多为要求被试进行朗读任务或直接模仿录音，之后可以进一步考察在情景对话和实际交流中个体的二语产生

能力与音乐经验之间的关系。

3 音乐经验对第二语言学习的影响

不同于语言理解和语言产生，语言学习是一个更为复杂的涉及听觉感知和认知能力的多维任务，涉及建立新的语义或语音表征，并与已有知识建立新的意义联接(Dittinger et al., 2016)，在有关语言学习的研究中，新词学习和句法学习是两个得到广泛关注的对象。音乐经验对于二语学习的影响是否能够在上述两个层级上均得以验证？这种迁移效应是否与个体发展模式相关联？这两个问题引发了广泛的讨论。

已有研究发现了音乐经验对于儿童二语词汇学习的促进作用。Good 等人(2015)的研究发现，唱歌能够帮助西班牙儿童更好地学习英语单词，表现为唱歌组儿童在单词回忆、元音发音及翻译任务中的成绩均优于对照组。类似的结果在 Dittinger 等人(2017)的研究中同样得到了验证。此外，以儿童为研究对象的纵向追踪也进一步表明音乐经验可以有效提高第二语言词汇学习的速度和质量。Busse 等人(2021)将学习法语的德国小学生分为唱歌组和朗读组，统一进行为期 3 个月的词汇学习。对比两组儿童学习前后的词汇学习成绩发现，两组被试在学习前的成绩没有差异，但在学习后唱歌组儿童相比于朗读组儿童法语词汇增长量更大。有趣的是，只有唱歌组在每次训练后表现出明显的积极情绪。该项结果与 Salcedo (2010)的一项预实验结果吻合，即母语为英语的被试在学习西班牙语单词时，以唱的形式比以朗读的形式词语学习效果更好。Carpentier 等人(2016)以 4~6 岁儿童为被试进行了为期 28 天的音乐和法语词汇学习，基于被动 oddball 探测范式的 EEG 结果发现音乐训练增加了大脑神经网络状态的多样性，支持音乐经验对于大脑神经可塑性的影响以及音乐到语言的转移效应。

另外一些研究以青年成人为对象，发现了和儿童类似的迁移作用。Cooper 和 Wang (2012)让非粤语母语的音乐家与非音乐家进行统一粤语声调学习，通过对比两组被试训练前后辨别粤语单词的能力，发现音乐经验提高了音乐家在粤语单词辨别测试中的成绩，具体表现为两组被试在训练前的成绩无显著差异，训练后音乐家粤语词汇辨别的正确率显著高于非音乐家。Dittinger 等人(2016)首先通过行为和脑电技术的结合考察了音乐经验对青少年学习新词的影响。行为结果发现，音乐家比非音乐家在单词图片联想任务上反应时更短、正确率更高；电生理结果发现，相较于语义匹配条件，语义不匹配条件下两组被试的前额皮层都发现了 N400，但只在音乐家组发现了 N400 分布从前额转移到顶叶，这与已知单词诱发的 N400 分布相同，表明只有音乐家将新单词整合到了已建立的语义网络中。除此之外，研究者通过间隔 5 个月后对被试再次进行施测，发现音乐经验能够增强个体的长时记忆，具体表现为音乐家准确回忆单词的数量显著大于非音乐家。这些基于成人的研究结果表明，早期的音乐经验可以促进之后的二语词汇学习，为音乐教育打开了新视角。

此外，Dittinger 等人(2019)还以老年人群体为研究对象，探究音乐经验对新词学习的影响，并将研究结果与儿童及年轻成人群体结果进行对比，以尝试解释基于全生命周期视角下音乐经验对于二语学习的促进效应。研究结果表明，由于神经网络的可塑性，老年人依然能够学习新单词，但未能在该群体中发现清晰的音乐经验对于二语新词学习的影响，说明衰老削弱了音乐经验对于二语学习的迁移效应，这可能与老年人对应脑功能的衰退有关。并且音乐经验对于二语词汇情景记忆以及将新词整合进新词语义网络的增益作用只发生在儿童和年轻成人群体中。

在句法学习方面，虽然尚未像词汇学习一样涵盖不同发展阶段的群体，但已有研究基于儿童及青少年群体寻找到了一些音乐经验促进二语加工的证据。Ludke (2018)选取 12~13 岁英语母语者为研究对象，将他们随机分为音乐组与视觉艺术及戏剧组并统一进行了 6 周的法语教学。通过对比两组被试教学前后的表现，发现两组被试建构句子(用法语写句子)的能力在 6 周后均有显著提高，且音乐组相较于对照组有更大的进步。之后 Busse 等人(2021)将德国小学儿童(平均年龄 8 岁)分成两组，分别以唱歌(唱歌组)和说歌词(说话组)的形式教授英语语法，五次课的学习后观察到唱歌组的语法测试成绩更好，证明了音乐经验在第二语言句法学习中的促进作用。

总的来说，越来越多的研究为音乐经验有利于二语学习提供了实证依据。已有研究初步表明，

音乐经验可以更好地促进儿童和年轻成人的二语学习，而这种跨领域迁移作用难以在老年人群体身上观察到。但是现有研究多集中在对儿童和青少年二语学习的研究上，探讨早期音乐经验对于不同年龄阶段成人二语学习影响的研究目前仍较少。二语学习作为一个动态贯穿个体生命周期的认知过程，基于不同年龄段群体的探索将有助于更深入地揭示音乐经验对于语言学习迁移效应的本质。

4　音乐经验影响第二语言加工的内在机制

上述研究考察了音乐经验对第二语言在理解、产生和学习方面的影响，那么音乐经验影响二语加工的内在机制是怎样的，这种机制在二语理解、产生和学习领域有哪些共通之处，又存在何种差异？目前，音乐经验促进语言加工主要存在两种假设，第一种假设认为音乐经验促进了对于音乐和语言共同声学线索的加工，从而促进语言加工；第二种假设认为音乐经验提高了人们的一般认知加工能力，特别是提高了听觉注意能力和听觉工作记忆，从而提高语言加工能力(Besson et al., 2011; Nan et al., 2018; Strait & Kraus, 2011)。在此基础之上，OPERA 理论将这两种假设结合起来，进一步分析了音乐经验影响语言加工的内在机制：音乐和语言共享部分声音和认知加工过程，在大脑中共享加工网络，由于音乐相比语言对于声音和认知加工更加精细，通过反复的音乐学习，并且通过诱发积极情绪和注意，最终提高了语言加工能力(Patel, 2012; Patel, 2014)。

在第二语言加工中，第一个假设已经得到了一些实验研究的支持。在第二语言理解中，研究者们分别向英语母语被试，法语母语音乐家以及法语母语非音乐家呈现英语音节刺激，并收集脑电信号。发现法语母语音乐家对于共振峰频率的神经反应与英语母语者没有区别，说明音乐经验增强了音乐家在二语感知过程中对于声学信息的皮层下神经编码以弥补特定语言经验的不足(Intartaglia et al., 2017)。在第二语言产生中，研究者们对英语母语者进行了西班牙语发音测试，发现相比于工作记忆，音乐经验主要通过影响与听觉处理相关的音高感知能力，形成更好的二语口音模仿能力(Posedel et al., 2012)。在第二语言学习过程中，研究者通过让被试学习不同于母语声调特征的假词，观察到音乐经验对于词汇学习正确率的促进作用，并认为这可能是由于音乐经验通过促进音乐和语言共享的一般听觉处理能力所导致的(Wong & Perrachoine, 2007)。后续研究通过进行 Oddball 任务并评估音乐训练前后脑电信号的复杂性验证了这种对于听觉皮层信息处理能力促进作用的存在(Carpentier et al., 2016)。

另外一些研究为音乐经验促进一般认知加工能力从而促进二语加工提供了证据。音乐经验主要通过改善音乐家的注意力(Busse et al., 2021; Good et al., 2015;　Patel, 2011)以及工作记忆能力(Nisha et al., 2021)形成对于二语加工的促进作用。在第二语言理解中，音乐经验有助于强化他们在二语阅读过程中大脑的自动反应，帮助个体更好地克服母语限制，完成二语文字视觉信息和听觉信息的整合。研究通过对比不同视听条件下音乐家和非音乐家的脑电结果，发现音乐家表现出更强烈的 θ 震荡，表明该群体在感知过程中习惯于进行自上而下的调控(Wang et al., 2020)。在第二语言学习中，基于不同国家儿童的英语学习研究均发现了相比传统的说话方式，以歌唱方式进行学习的儿童词汇量增长更快，句子翻译准确度更高。研究者们认为歌唱这种有趣的艺术形式可以吸引儿童兴趣，提高注意力(Good et al., 2015)，从而促进儿童更好地调用认知资源学习二语词汇和句法(Busse et al., 2021; Good et al., 2015)。

现有研究主要发现了音乐经验在影响二语理解、产生和学习的内在机制上存在共同之处，对于三者是否有所差异，需要结合三种认知过程的不同特点，进行进一步的深入探索。例如，已有研究发现音乐经验可以通过增强个体的工作记忆能力从而影响二语感知理解的能力(Herrera et al., 2011)，然而该作用机制却不能影响二语产生(Posedel et al., 2012)。虽然在两项研究中都采用特定任务评估了被试的工作记忆能力，然而两者在考察特定维度语言能力时所采用范式的差异或许是导致这一机制不同的原因之一。Herrera 等人(2011)考察二语理解时采用的命名速度范式需要被试将卡片上的物体与所记的高频熟悉词汇进行匹配，涉及到对于记忆中暂存信息的快速提取；Posedel 等人(2012)以二语朗读任务评估被试的二

语产生能力，这一过程中并没有过多运用到记忆能力。因此，未来研究可以在更加严格的实验设计下同时比较工作记忆能力在两者迁移效应中的影响，或从因果关系的角度对此进行深入探索，以进一步揭示音乐经验促进二语理解和二语产生机制上的不同。在词汇学习的过程中，需要调用已有情景记忆和语义记忆来构建新的语音表征，从而与新词意义相关联(Dittinger et al., 2016)，因此 Dittinger 等人(2021)发现音乐经验对于二语词汇学习的迁移效应得益于增强的长时记忆能力，将音乐经验影响一般认知加工能力的机制解释拓展到了新的领域，那么音乐经验影响长时记忆能力的机制是否也发生在二语理解和二语产生层面呢？仍然有待回答。此外，过往的研究者们多独立地开展语言理解和语言产生研究(Pickering & Garrod, 2007)，基于比较的视角探讨二者在机制上的差异，对于深入理解语言加工过程以及音乐和语言的关系都有重要的价值。

5 总结与展望

现有研究采取不同的实验范式和实验技术，发现音乐经验在第二语言加工中的积极作用，对于理解音乐与语言的关系以及推动音乐教育在二语学习中的应用至关重要。尽管如此，仍然存在很多问题需要我们去探索。

首先，音乐经验促进二语加工的研究可以从语言角度、音乐角度以及被试群体角度进一步展开深入细致的探索。从语言角度而言，现有研究大多围绕在语言理解领域，音乐经验对第二语言产生及学习的研究数量还不多。此外，已有研究几乎局限在词汇或句子加工，在更高层级的篇章水平上，二语加工是否同样受到音乐经验的有益影响，目前还缺乏相应的实证依据。从音乐角度而言，对于音乐经验的评估多以被试自我报告的接受音乐学习的年限作为评估标准，除了音乐学习年限之外，更加谨慎地评估音乐经验还应该考虑其他因素的影响，比如童年音乐环境丰富度就是一个重要的因素(Wesseldijk et al., 2019)，包括家庭 CD 数量、演奏乐器的家庭成员数量以及去听音乐会的频率等。此外，个体人格差异也可能通过影响音乐学习的主动性及坚持时间从而对音乐经验产生调节作用(Corrigall et al., 2013)。从被试群体角度而言，目前绝大多数研究都在考察音乐经验对于正常被试群体二语加工的影响，对于具有语言加工障碍的群体，音乐经验又具有怎样的作用？何种音乐经验对于特定类型的语言障碍治疗更加有效？对这些问题的探索，不仅有助于深入理解音乐能力促进二语加工的内在机制，在实践层面上也能促进音乐在语言学习以及语言障碍矫正中的作用。

其次，音乐经验对第二语言加工的影响，完全是来源于后天音乐经验，还是个体先天的音乐天赋也发挥了一定的作用？现有研究主要将音乐家和非音乐家进行横断对比，或者通过对没有音乐经验的被试进行短期音乐训练开展纵向追踪，发现了音乐经验对二语加工的促进作用。值得一提的是，无论是横断对比还是纵向追踪研究，都忽视了音乐天赋在其中的混淆作用，从而难以得出纯净的音乐经验效应。尽管数量不多，一些研究者通过选取无正式音乐学习经历的个体为研究对象，根据音乐天赋测验将其区分为高天赋组和低天赋组，已经发现音乐天赋对第二语言理解(Fotidzis et al., 2018; Li & Dekeyser, 2017)和产生(Delogu & Zheng, 2020; Foncubierta et al., 2020; Milovanov et al., 2008)的影响。Mankel 和 Bidelman (2018)初步比较了先天音乐天赋与后天音乐经验在语音处理中的作用。研究者对比了音乐家、高天赋非音乐家及低天赋非音乐家三组被试在安静和噪音两种条件下表现出的语音处理能力。FFR 和 ERP 结果发现在安静环境下，具有音乐经验的听者能够表现出比无音乐经验者更好的语音辨别能力。但在噪音环境下，即使没有接受过正式的音乐学习，天生听觉更灵敏的人也能具备与音乐家类似的语言加工。由此可见，音乐经验和音乐天赋能够共同塑造语音神经编码。在此基础之上，未来研究可以采用纵向追踪手段，通过对比不同音乐天赋的个体在接受音乐学习前后第二语言加工中的表现，澄清先天音乐天赋和后天音乐训练影响第二语言加工的权重以及内在机制，从而推进对于音乐和语言关系本质的认识。

最后，音乐经验对二语加工和母语加工的影响及其机制存在何种程度的联系和区别？在二者联系上，部分音乐经验对于母语加工的影响在二语加工领域同样出现。例如，音乐经验不仅可以改善音乐家的母语音高辨别能力和声调加工能力(Tang et al., 2016)，在二语环境中他们也表现出这

种迁移效应。然而，一些研究发现音乐经验对于母语加工和二语加工存在不同的影响。一部分研究发现音乐经验对母语加工有更强的促进作用，例如 Parbery-Clark 等人(2012)基于脑干电位反应结果发现了音乐家对于母语中只有辅音不同的音节具有更强的分辨能力，而 Swaminathan 等人(2017)在英语母语者对于祖鲁语音素辨别的行为研究中却未能发现音乐经验带来的优势。另外一项研究控制了个体差异，采用同一批被试对比音乐经验对于母语和二语加工的影响，发现音乐经验在中国小学生二语理解中的优势比母语更强(Yang et al., 2014)。音乐经验对母语和二语加工的不同影响，意味着音乐经验对语言加工的促进作用可能受到语言熟悉性的调节。除了语言理解，未来研究可以进一步在语言产生和学习领域展开对比，并且深入探索比较音乐经验影响母语和二语加工的内在机制。在对比音乐经验对母语和二语加工的影响及其机制的研究中，需要结合特定的母语和二语特点，设置合适的实验材料和任务，避免被试在母语加工中出现天花板效应，在二语加工中出现地板效应。此外，被试的年龄也需要斟酌，例如成人被试和大龄儿童被试母语能力已趋于稳定，此时在二语加工上可能更加容易出现音乐经验效应。

总而言之，音乐经验对于第二语言理解、产生和学习均具有一定的影响作用，即音乐经验不仅可以提高个体的二语感知与词汇理解能力，促进二语模仿与发音能力，还有助于不同年龄阶段群体的二语词汇及句法学习。目前，这种跨领域迁移效应的机制已经从促进共同声学线索加工和提高一般认知能力两个角度得到了初步解释，未来研究需要对内在机制展开深入探讨，特别是在理解、产生和学习层面可能存在何种差异。关注音乐经验与二语加工之间的关系，不仅有助于推进对于音乐和语言关系的认识，在教育教学和临床治疗中也具有良好的应用价值。

参考文献

蔡笑, 张清芳. (2020). 言语运动系统中前馈和反馈控制整合加工的作用机制. *心理科学进展,* 28(4), 588–603.

彭聃龄. (2012). *普通心理学*. 北京大学出版社.

杨玉芳. (2015). *心理语言学*. 科学出版社.

张晶晶, 梁啸岳, 陈伊笛, 陈庆荣. (2020). 音乐句法加工的认知机制与音乐结构的影响模式. *心理科学进展, 28*(6), 883–892.

张晶晶, 杨玉芳. (2019). 语言和音乐层级结构的加工. *心理科学进展, 27*(12), 2043–2051.

张清芳, 杨玉芳. (2003). 言语产生中的词汇通达理论. *心理科学进展, 11*(1), 6–11.

Bails, F., Zhang, Y., Cheng, Y., Bu, Y., & Prieto, P. (2021). Listening to songs and singing benefitted initial stages of second language pronunciation but not recall of word meaning. *Language Learning, 71*(2), 369–413.

Belmon, J., Noyer-Martin, M., & Jhean-Larose, S. (2021). Effets d'un entraînement associant habiletés phonémiques et musicales sur la conscience phonémique des enfants de 5 ans. *Enfance, 4*, 363–390.

Besson, M., Chobert, J., & Marie, C. (2011). Transfer of training between music and speech: Common processing, attention, and memory. *Frontiers in Psychology, 2*, 94. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00094

Bidelman, G. M., Weiss, M. W., Moreno, S., & Alain, C. (2014). Coordinated plasticity in brainstem and auditory cortex contributes to enhanced categorical speech perception in musicians. *European Journal of Neuroscience, 40*(4), 2662–2673.

Blomert, L. (2011). The neural signature of orthographic-phonological binding in successful and failing reading development. *NeuroImage, 57*(3), 695–703.

Burnham, D., Brooker, R., & Reid, A. (2015). The effects of absolute pitch ability and musical training on lexical tone perception. *Psychology of Music, 43*(6), 881–897.

Busse, V., Hennies, C., Kreutz, G., & Roden, I. (2021). Learning grammar through singing? An intervention with EFL primary school learners. *Learning and Instruction, 71*, 101372. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101372

Carpentier, S. M., Moreno, S., & McIntosh, A. R. (2016). Short-term music training enhances complex, distributed neural communication during music and linguistic tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience, 28*, 1603–1612.

Cason, N., Marmursztejn, M., D'Imperio, M., & Schön, D. (2020). Rhythmic abilities correlate with L2 prosody imitation abilities in typologically different languages. *Language and Speech, 63*(1), 149–165.

Chen, S., Yang, Y., & Wayland, R. (2021). Categorical perception of Mandarin pitch directions by Cantonese-speaking musicians and non-musicians. *Frontiers in Psychology, 12*, 713949. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.713949

Chen, S., Zhu, Y., Wayland, R., & Yang, Y. (2020). How musical experience affects tone perception efficiency by musicians of tonal and non-tonal speakers? *PloS One,*

15(5), e0232514. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232514

Chobert, J., & Besson, M. (2013). Musical expertise and second language learning. *Brain Sciences, 3*(2), 923–940.

Christiner, M., & Reiterer, S. M. (2013). Song and speech: Examining the link between singing talent and speech imitation ability. *Frontiers in Psychology, 21*(4), 874. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00874

Cooper, A., & Wang, Y. (2012). The influence of linguistic and musical experience on Cantonese word learning. *Journal of the Acoustical Society of America, 131*(6), 4756–4769.

Corrigall, K. A., Schellenberg, E. G., & Misura, N. M. (2013). Music training, cognition, and personality. *Frontiers in Psychology, 4*, 222. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00222

Coumel, M., Christiner, M., & Reiterer, S. (2019). Second language accent faking ability depends on musical abilities, not on working memory. *Frontiers in Psychology, 10*, 257. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00257

Crystal, D. (2011). *A dictionary of linguistics and phonetics* (6th ed.). Oxford, UK: Blackwell.

Degé, F., Kubicek, C., & Schwarzer, G. (2015). Associations between musical abilities and precursors of reading in preschool aged children. *Frontiers in Psychology, 6*, 1220. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01220

Delogu, F., & Zheng, Y. (2020). Beneficial effects of musicality on the development of productive phonology skills in second language acquisition. *Frontiers in Neuroscience, 14*, 618. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00618

Dittinger, E., Barbaroux, M., D'Imperio, M., Jäncke, L., Elmer, S., & Besson, M. (2016). Professional music training and novel word learning: From faster semantic encoding to longer-lasting word representations. *Journal of Cognitive Neuroscience, 28*(10), 1584–1602.

Dittinger, E., Chobert, J., Ziegler, J. C., & Besson, M. (2017). Fast brain plasticity during word learning in musically-trained children. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 233. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00233

Dittinger, E., D'Imperio, M., & Besson, M. (2018). Enhanced neural and behavioural processing of a nonnative phonemic contrast in professional musicians. *European Journal of Neuroscience, 47*(12), 1504–1516.

Dittinger, E., Korka, B., & Besson, M. (2021). Evidence for enhanced long-term memory in professional musicians and its contribution to novel word learning. *Journal of Cognitive Neuroscience, 33*(4), 662–682.

Dittinger, E., Scherer, J., Jäncke, L., Besson, M., & Elmer, S. (2019). Testing the influence of musical expertise on novel word learning across the lifespan using a cross-sectional approach in children, young adults and older adults. *Brain and Language, 198*, 104678. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2019.104678

Feng, H., Lian, J., & Zhao, Y. J. (2019, November). *Effect of music training on the production of English lexial stress by Chinese English learners*. Paper presented at 23rd International conference on Asian Language processing, Shanghai, China.

Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S., & Schön, D. (2015). Music training increases phonological awareness and reading skills in developmental dyslexia: A randomized control trial. *PloS ONE, 10*(9), e0138715. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138715

Foncubierta, J. M., Machancoses, F. H., Buyse, K., & Fonseca-Mora, M. C. (2020). The acoustic dimension of reading: Does musical aptitude affect silent reading fluency?. *Frontiers in Neuroscience, 14*, 399. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00399

Fotidzis, T. S., Moon, H., Steele, J. R., & Magne, C. L. (2018). Cross-modal priming effect of rhythm on visual word recognition and its relationships to music aptitude and reading achievement. *Brain Sciences, 8*(12), 210. https://doi.org/10.3390/brainsci8120210

François, C., Jaillet, F., Takerkart, S., & Schön, D. (2014). Faster sound stream segmentation in musicians than in nonmusicians. *PloS ONE, 9*(7), e101340. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101340

Gat, I. B., & Keith, R. W. (1978). An effect of linguistic experience. Auditory word discrimination by native and non-native speakers of English. *Audiology, 17*(4), 339–345.

Good, A., Russo, F. A., & Sullivan, J. (2015). The efficacy of singing in foreign-language learning. *Psychology of Music, 43*, 627–640.

Gottfried, T. L., & Ouyang, G. Y. (2005). Production of Mandarin tone contrasts by musicians and non‐musicians. *Journal of the Acoustical Society of America, 118*, 2025. https://doi.org/10.1121/1.4785767

Harley, T. A. (2001). *The psychology of language: From data to theory* (2nd ed.). Psychology Press.

Herrera, L., Lorenzo, O., Defior, S., Fernandez-Smith, G., & Costa-Giomi, E. (2011). Effects of phonological and musical training on the reading readiness of native- and foreign-Spanish-speaking children. *Psychology of Music, 39*(1), 68–81.

Intartaglia, B., White-Schwoch, T., Kraus, N., & Schön, D. (2017). Music training enhances the automatic neural processing of foreign speech sounds. *Scientific Reports*, 7, 12631. https://doi.org/10.1038/s41598-017-12575-1

Jekiel, M., & Malarski, K. (2021). Musical hearing and

musical experience in second language English vowel acquisition. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, *64*(5), 1666–1682.

Kolinsky, R., Cuvelier, H., Goetry, V., Peretz, I., & Morais, J. (2009). Music training facilitates lexical stress processing. *Music Perception, 26*(3), 235–246.

Li, M., & Dekeyser, R. (2017). Perception practice, production practice, and musical ability in L2 mandarin tone-word language. *Studies in Second Language Acquisition, 39*(4), 593–620.

Ludke, K. (2018). Singing and arts activities in support of foreign language learning: An exploratory study. *Innovation in Language Learning and Teaching, 12*, 371–386.

Lukács, B., Asztalos, K., & Honbolygó, F. (2021). Longitudinal associations between melodic auditory-visual integration and reading precursor skills in beginning readers. *Cognitive Development, 60*, 101095. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101095

Mankel, K., & Bidelman, G. (2018). Inherent auditory skills rather than formal music training shape the neural encoding of speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 115*(51), 13129–13134.

Marie, C., Magne, C., & Besson, M. (2011). Musicians and the metric structure of words. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*(2), 294–305.

Mehr, S. A., Schachner, A., Katz, R. C., & Spelke, E. (2013). Two randomized trials provide no consistent evidence for nonmusical cognitive benefits of brief preschool music enrichment. *PloS ONE, 8*(12), e82007. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082007

Milovanov, R., Huotilainen, M., Välimäki, V., Esquef, P. A., & Tervaniemi, M. (2008). Musical aptitude and second language pronunciation skills in school-aged children: Neural and behavioral evidence. *Brain Research, 1194*, 81–89.

Nan, Y., Liu, L., Geiser, E., Shu, H., Gong, C. C., Dong, Q., Gabrieli, J., & Desimone, R. (2018). Piano training enhances the neural processing of pitch and improves speech perception in Mandarin-speaking children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 115*(28), E6630–E6639.

Nisha, K. V., Neelamegarajan, D., Nayagam, N. N., Winston, J. S., & Anil, S. P. (2021). Musical aptitude as a variable in the assessment of working memory and selective attention tasks. *Journal of Audiology & Otology, 25*(4), 178–188.

Parbery-Clark, A., Tierney, A., Strait, D. L., & Kraus, N. (2012). Musicians have fine-tuned neural distinction of speech syllables. *Neuroscience, 219*, 111–119.

Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience, 6*(7), 674–681.

Patel, A. D. (2011). Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *Frontiers in Psychology, 2*, 142. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142

Patel, A. D. (2012). The OPERA hypothesis: Assumptions and clarifications. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1252*(1), 124–128.

Patel, A. D. (2014). Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis. *Hearing Research*, *308*, 98–108.

Patscheke, H., Degé, F., & Schwarzer, G. (2019). The effects of training in rhythm and pitch on phonological awareness in four- to six-year-old children. *Psychology of Music, 47*, 376–391.

Pickering, M. J., & Garrod, S. (2007). Do people use language production to make predictions during comprehension? *Trends in Cognitive Sciences, 11*(3), 105–110.

Posedel, J., Emery, L., Souza, B., & Fountain, C. (2012). Pitch perception, working memory, and second-language phonological production. *Psychology of Music, 40*(4), 508–517.

Salcedo, C. S. (2010). The effects of songs in the foreign language classroom on text recall, delayed text recall and involuntary mental rehearsal. *Journal of College Teaching & Learning, 7*, 19–30.

Segal, O., & Kishon-Rabin, L. (2019). Influence of the native language on sensitivity to lexical stress: Evidence from native Arabic and Hebrew speakers. *Studies in Second Language Acquisition, 41*(1), 151–178.

Skubic, D., Gaberc, B., & Jerman, J. (2021). Supportive Development of Phonological Awareness Through Musical Activities According to Edgar Willems. *SAGE Open, 11*(2), 215824402110218. https://doi.org/10.1177/21582440211021832.

Slevc, L., & Miyake, A. (2006). Individual differences in second-language proficiency: Does musical ability matter? *Psychological Science, 17*(8), 675–681.

Sparks, R. L., Patton, J. M., & Luebbers, J. (2019). Individual differences in L2 achievement mirror individual differences in L1 skills and L2 aptitude: Crosslinguistic transfer of L1 to L2 skills. *Foreign Language Annals, 52*(2), 255–283.

Strait, D. L., Hornickel, J., & Kraus, N. (2011). Subcortical processing of speech regularities underlies reading and music aptitude in children. *Behavioral and Brain Functions, 7*(44), 1–11.

Swaminathan, S., & Gopinath, J. K. (2013). Music training

and second-language English comprehension and vocabulary skills in Indian children. *Psychological Studies, 58*, 164–170.

Swaminathan, S., & Schellenberg, E. G. (2017). Musical competence and phoneme perception in a foreign language. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*(6), 1929–1934.

Tang, W., Xiong, W., Zhang, Y. X., Dong, Q., & Nan, Y. (2016). Musical experience facilitates lexical tone processing among mandarin speakers: Behavioral and neural evidence. *Neuropsychologia*, *91*, 247–253.

Vibell, J., Lim, A., & Sinnett, S. (2021). Temporal perception and attention in trained musicians. *Music Perception, 38* (3), 293–312.

Vidal, M., Lousada, M., & Vigário, M. (2020). Music effects on phonological awareness development in 3-year-old children. *Applied Psycholinguistics, 41*(2), 299–318.

Vuust, P., Heggli, O. A., Friston, K. J., & Kringelbach, M. L. (2022). Music in the brain. *Nature Reviews Neroscience, 23*(5), 287–305.

Wang, C., Tao, S., Tao, Q., Tervaniemi, M., Li, F., & Xu, P. (2020). Musical experience may help the brain respond to second language reading. *Neuropsychologia, 148*, 107655. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107655

Wang, C., Yang, Z., Cao, F., Liu, L., & Tao, S. (2019). Letter-sound integration in native Chinese speakers learning English: Brain fails in automatic responses but succeeds with more attention. *Cognitive Neuroscience, 10*(2), 100–116.

Wesseldijk, L. W., Mosing, M., & Ullén, F. (2019). Gene-environment interaction in expertise: The importance of childhood environment for musical achievement. *Developmental Psychology, 55*(7), 1473–1479.

Wong, P. C. M., & Perrachione, T. K. (2007). Learning pitch patterns in lexical identification by native English-speaking adults. *Applied Psycholinguistics*, *28*(4), 565–585.

Wong, P. C. M., Skoe, E., Russo, N. M., Dees, T., & Kraus, N. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience, 10*(4), 420–422.

Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J., & Yao, D. (2014). A longitudinal study on children's music training experience and academic development. *Scientific Reports*, *4*, 5854. https://doi.org/10.1038/srep05854

Zeromskaite, I. (2014). The potential role of music in second language learning: A review article. *Journal of European Psychology Students, 5*(3), 78–88.

Zhang, J. J., Che, X. C., & Yang, Y. F. (2019). Event-related brain potentials suggest a late interaction of pitch and time in music perception. *Neuropsychologia, 132,* 107118. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107118

Zhu, J., Chen, X., & Yang, Y. (2021). Effects of amateur musical experience on categorical perception of lexical tones by native chinese adults: An ERP study. *Frontiers in Psychology*, *12*, 611189. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.611189

Zioga, I., Di Bernardi Luft, C., & Bhattacharya, J. (2016). Musical training shapes neural responses to melodic and prosodic expectation. *Brain Research*, *1650*, 267–282.

The effect of musical experience on second language processing

DENG Shanwen, YANG Hao, ZHANG Jingjing

(*School of Psychology, Nanjing Normal University, Nanjing* 210097, *China*)

Abstract: The relationship between music and language is a research topic that has attracted widespread attention in recent years. Research evidence from behavioral and cognitive neuroscience has further shown that musical experience can be transferred across domains to second language acquisition, which is manifested in the promotion of second language processing in three aspects: understanding, production and learning. The internal mechanism of this transfer effect is achieved by promoting the processing of common acoustic cues of music and language or the general cognitive processing ability of individuals. On this basis, future research can carry out in-depth and detailed exploration from multiple perspectives, clarify the influence of musical experience and musical talent on second language processing, and compare the connection and difference between the promoting effects of music experience to native language processing and second language processing.

Keywords: musical experience, second language, language perception, language production, language learning